



조기위암의 로봇 수술

Robotic Surgery for Early Gastric Cancer

송 재 원 · 형 우 진 | 연세의대 외과 | JyeWon Song, MD · Woo Jin Hyung, MD

Department of Surgery, Yonsei University College of Medicine

E-mail : wjhyung@yuhs.ac

J Korean Med Assoc 2010; 53(4): 318 - 323

Abstract

Early gastric cancer (EGC) patients are annually increasing due to nationwide screening program. As long-term survival of EGC patients improved, the need for the surgical tool to improve the quality of life of the patient has risen, resulting in increased popularity of laparoscopic surgery. However, laparoscopic surgery has disadvantages such as limitation in vision and maneuverability, which has brought the invention of robotic surgical system. Robotic surgical system has merits over laparoscopic surgery in that it provides 3D visualization, endowrist with 7 degrees of freedom, and stable camera function. With these merits, the number of operations using robotic surgical system increased continually. Its method of surgery does not differ much from laparoscopic gastrectomy. Reports regarding the postoperative outcomes of robot gastrectomy so far showed that the result was no less satisfactory than those of laparoscopic surgery. However, robot surgical system has drawbacks of high cost and undefined long term postoperative results as of yet. The lack of a unique merit that can counterbalance the high cost is also a problem that has to be solved. And because the advantages of robot surgical system as a tool of minimally invasive surgery are distinct, additional randomized trials may have to be performed in order to define its merits over laparoscopic surgery.

Keywords: Early gastric cancer; Robotic surgery; Gastrectomy

핵심용어: 조기위암; 로봇 수술; 위 절제술

서론

정기검진의 확산과 더불어 조기위암의 진단은 점차 증가하고 있는 추세이다. 대한위암학회 정보전산위원회의 발표에 따르면, 1995년에는 전체 위암의 28.6%만이 1기의 조기위암이었으나, 2004년에 이르러서는 47.4%가 1기의 조기위암이었다(1). 조기위암이 전체 위암의 50% 정

도로 증가하고, 조기위암의 경우에는 5년 생존율이 90%를 넘는 높은 생존율을 보여 수술 후 환자의 생존 문제뿐만 아니라, 수술 후 환자의 삶의 질에 대해서도 관심이 증가하면서 다양한 수술방법의 임상적용이 시도되고 있다(2).

삶의 질 향상을 위한 최소 침습 수술법에 대한 관심이 증가하면서, 조기위암의 경우 림프절 전이의 가능성이 낮아, 내시경적 점막 절제술, 복강경 위 절제술 등이 위암 치료에

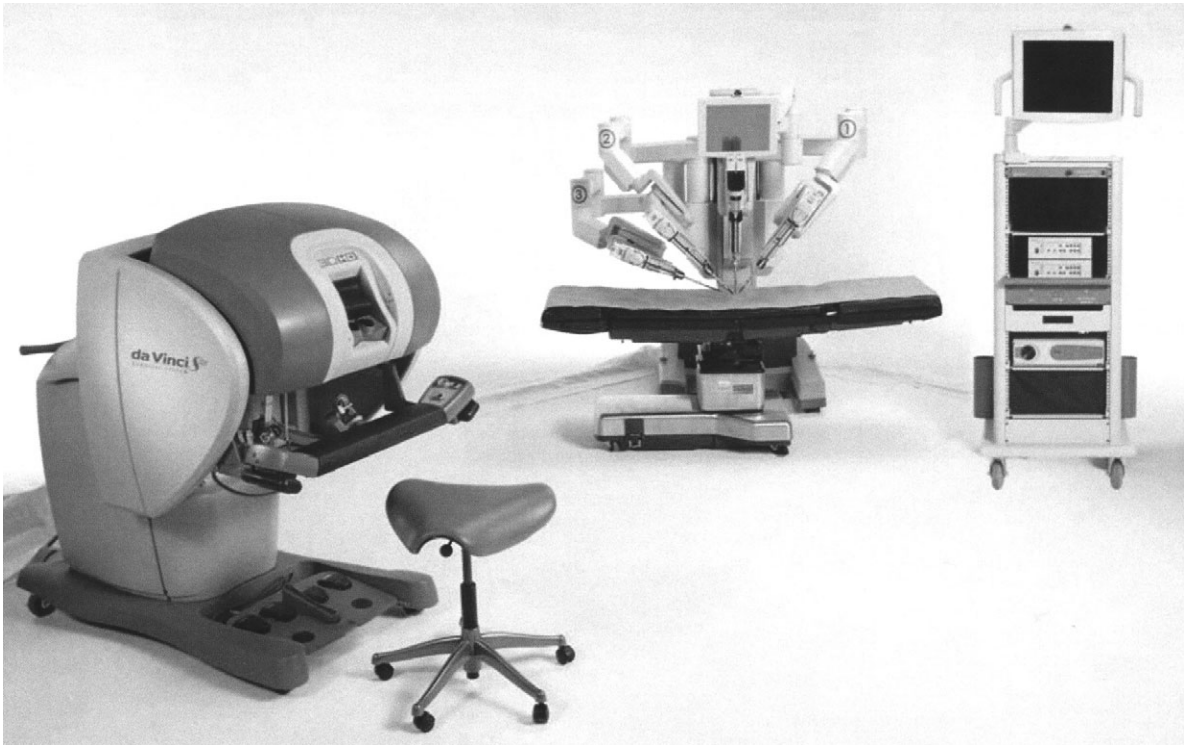


Figure 1. Robot surgical system.

적용되기 시작하였다. 그러나 복강경 위 절제술은 복강경 기구가 발전함에 따라 개복술과 다르지 않은 범위의 림프절 박출술을 시행할 수 있게 되었다(3). 복강경적 위 절제술은 수술로 인한 창상의 크기가 작고 그에 따라 환자의 통증이 적은 장점이 있으며, 그만큼 사회로의 복귀가 빠르고 수술 상처가 작아 미용적 관점에서도 만족도가 높아 수술 후의 삶의 질을 더 높일 수 있었다. 종양학적 관점에서의 적절성(수술 후 장기 생존율, 재발률)에 있어서도 최근 개복 수술과 비슷하다는 결과가 발표되어 현재 복강경적 위 절제술은 조기위암 환자에게 광범위하게 실행되고 있다(4).

그러나 복강경 위 절제술은 기술적 발달에도 불구하고 아직 해결되지 못한 단점이 있다. 평면적인 2차원 화면으로 수술 부위를 보며 수술을 하게 되고, 수술 도구가 아직 5 자유도를 가지고 있어 수술시 사용의 제약이 따른다. 이러한 단점으로 인해 일정 수 이상의 경험이 있어야 학습 곡선의 극복이 가능하고(5, 6), 복잡하고 정교함을 요하는 D2 림프

절 절제술의 시행은 몇몇의 소수의 술자만이 가능하였다.

이러한 단점을 극복하기 위해 현재까지 개발된 도구 중 가장 발전된 형태의 복강경적 수술 도구가 로봇 수술 시스템이다. 수술의 기본적인 방법은 복강경적 위 절제술과 다르지 않으나 수술 도구로 로봇을 사용하기 때문에 기존 복강경적 수술에서 단점으로 생각되었던 점들이 보완되게 되었다. 로봇 수술 시스템에 장착되는 카메라는 술자가 콘솔에서 수술시야를 3차원으로 볼 수 있도록 하였고 수술시 술자의 손을 대신하게 되는 기구들은 7 자유도를 갖고있어 기존의 복강경 도구보다 훨씬 자유로운 움직임의 할 수 있도록 도와준다. 그 외의 로봇의 특수성으로 인해 얻어지는 장점, 예를 들어 환자에게서 떨어져서 수술을 하기 때문에 소독한 채로 있어야 할 필요가 없고 로봇 팔이 3개이기 때문에 수술 시 보조의의 필요가 줄어든다는 점, 원격 수술이 가능하고 그 안전성이 점점 커지고 있는 점, 컴퓨터와의 합동 사용이 가능해, 후배 외과의사의 훈련 프로그램 제작이 용이

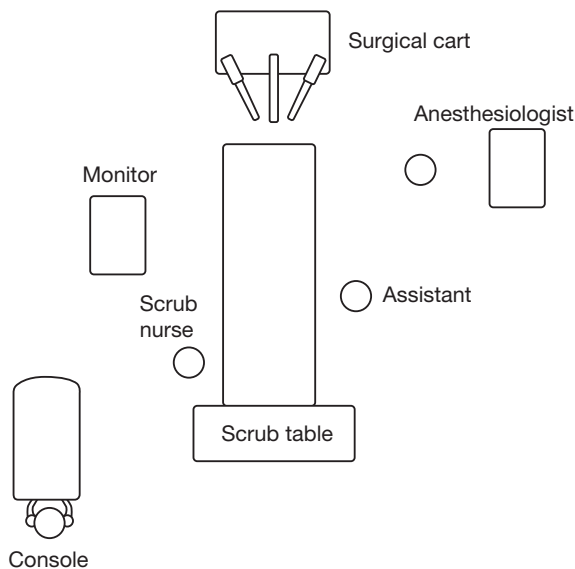


Figure 2. Placement of robot surgical system in the OR.

한 점 등이 있어 로봇의 사용은 빠르게 확산되는 추세에 있다. 그러나 아직은 로봇 수술 시스템의 역사가 오래되지 않았고 수술 후 장기적인 추적 관찰 결과가 없어 그 적응증이 아직 제한되어 있는 것이 현실이다.

본문에서는 이런 로봇 수술 시스템이 조기위암에서 활용되고 있는 현황, 사용되고 있는 수술 방법, 수술 후 결과, 그리고 향후 전망에 대해 기술하고자 한다.

본 론

1. 로봇 수술 시스템

현재의 외과 영역에서 사용하는 로봇 수술 시스템은 미국의 Intuitive Surgical사에서 제작하는 da vinci 로봇 수술 시스템으로 master-slave 방식의 로봇인데, 크게 세 부분으로 이루어져 있다. 위암 수술에서는 Master 파트인 콘솔에 술자가 위치하고, 환자의 몸에 직접 수술을 하게 되는 로봇 팔이 장착된 카트는 환자의 머리 쪽에 위치하게 된다. 복강경 기구와 모니터가 있는 복강경 파트는 환자의 왼쪽에 위치하여 조수가 볼 수 있게 한다. 수술 카트에 붙어 있는 팔은 콘솔에서 술자가 조작하는 대로 움직여 환자의 복강 안

에서 수술을 진행하게 된다(Figure 1).

로봇 수술 시스템의 가장 큰 장점은 7 자유도를 가지는 endowrist 시스템이다. 몇몇의 도구를 제외한 모든 도구를 사람의 손과 비슷한 정도의 자유도로 복강 내에서 사용할 수 있으며 도구의 크기가 작아 섬세한 수술을 시행할 수 있다. 술자의 손떨림을 보정하는 장치가 되어 있으며 여러 가지의 도구가 만들어져 있어, 술자가 필요한 도구를 자유롭게 사용할 수 있다. 로봇 수술 시스템의 또 하나의 장점은 시야의 입체화이다. 술자가 콘솔에서 보는 영상은 로봇 카메라의 dual-lens에 의해 3차원으로 보이게 된다. 이는 기존 복강경 장치의 이차원 영상보다 수술부위에 거리에 대한 깊이감을 부여하여 수술 시 다른 장기의 손상 없이 정교한 수술을 가능하게 해준다. 술자가 환자의 옆에 있지 않고 콘솔에 앉아서 수술을 시행하는 로봇 수술 시스템의 특징에 의해 술자는 수술 시행 중 조금 더 편안한 자세에서 수술을 진행함으로써 수술로 인한 피곤의 누적을 줄일 수 있으며, 콘솔과 먼 거리에 있는 환자에게도 수술을 시행할 수 있는 가능성, 다시 말해 원거리에서도 수술을 시행할 수 있는 가능성을 열어주었다.

우리나라에서 수술용 로봇을 이용한 수술은 2005년에 담낭절제술을 하면서 최초로 시행되었고, 위암에 대해서는 2005년 7월에 최초로 시행되었다(7). 이후로 꾸준히 시행되다가 2007년 로봇 수술 시스템에 대한 수요가 폭발적으로 증가하면서 현재는 약 19개 병원에 21대의 로봇 수술 시스템이 설치되고, 위암 수술 수도 꾸준히 증가하여 2008년 한 해에만 160여 명이 시행되었고, 2009년말까지는 전체적으로 약 650여 명의 위 절제술이 국내에서 시행되었다.

2. 위암 수술 방법

수술 방법은 로봇이 도입되어 있는 병원마다, 또 술자마다 조금씩 다르지만, 기본적으로 기존의 복강경 위 절제술과 크게 다르지 않다.

5개의 투관침을 사용하며 먼저 배꼽 아래에 12 mm 투관침을 삽입하여 12 mmHg의 기복을 만든 후, 카메라를 넣고 다른 네 개의 투관침을 위치시킨다. 간을 견인한 이후, 환자의 머리 방향에 로봇을 위치시키고 각각의 투관침에 로봇

팔을 장착한다(Figure 2). 그 이후의 수술 방법은 복강경적 방법과 크게 다르지 않으며 자세한 수술 방법은 발표되어 있는 바와 같다(8).

위와 주변의 림프절 광청이 끝난 후, 로봇을 투관침으로부터 분리하고, 위의 문합부터는 기존의 복강경 도구를 사용할 수도 있고 최근의 경향은 문합도 조수의 도움으로 로봇을 이용한 상태에서 진행하는 방향으로 나아가고 있다.

3. 로봇 위 절제술

로봇을 사용하여 조기위암에 대해 시행한 위 절제술에 대한 최초의 발표는 일본의 Hashizume 등이 2003년에 발표한 논문이다. 2명의 환자에게 시행하였는데 결과는 만족스러웠으며 로봇 수술의 장점으로 림프절 광청술 시 주요 혈관 주변의 연부 조직 제거가 기존의 복강경 도구보다 용이하였고, 이런 점이 로봇을 사용한 위 절제술의 장점임에 대해 기술하였다(9).

2007년 Anderson 등이 발표한 보고에는 7예의 위 절제술이 소개되었는데, 수술 중 대장을 부분 절제해야 했던 1예를 제외하고 6예 모두 개복술로의 전환없이 만족스러운 결과를 얻었다. 이들은 로봇 보조 위 절제술이 낮은 이환율과 짧은 재원기간의 장점을 가진다고 기술하였다(10). 그 이후 2008년에 발표된 Patrili 등은 13예를 발표하였는데, 개복술로의 전환 없이 모든 예에서 수술을 시행할 수 있었고, 투관침에서의 출혈 1예를 제외하고 합병증은 없었으며, 12.2 ± 4.5 개월의 추적관찰에서도 재발 소견이 없다고 기술하였다.(11)

우리나라에서는 2009년부터 로봇 위 절제술에 관한 논문이 발표되기 시작하였고, 초기 20예의 복강경 수술과의 비교에서 로봇 수술의 초기 결과가 학습곡선을 지난 외과 의사의 경우 숙련된 복강경 수술과 비교적 유사한 결과를 보인다고 하였다(12). 100예의 로봇 위 절제술에 대한 발표에서도 기존의 복강경 수술에 못하지 않은 결과를 보였다(8). 이 연구에서 대상환자들의 성별 분포는 남자가 54명, 여자가 46명이었다. 평균연령은 55세(25~89세)이었다. 개복술로 전환한 예는 없었으며 전예에서 제1군 림프절과 제2군 림프절의 일부(림프절 7, 8, 9번) 혹은 전체를 포함하는 D1+beta

이상의 림프절 광청술이 시행되었다. 위전절제술이 33예, 위아전절제술이 67예이었고 시행되었고, 위아전절제술 후 위십이장문합술을 52예에서 위공장문합술은 15예이었다. 전체 수술시간은 평균 231분, 로봇 수술시간은 평균 149분이었다. 합병증은 총 13예로 절개창에 발생한 창상관련 합병증이 9예, 문합부위 출혈이 2예, 문합부 누출이 2예 있었다. 장운동 회복은 평균 2.9일, 첫 연식의 시작은 평균 4.2일이었으며 수술 후 재원기간은 평균 7.8일이었다. 위벽 침윤도는 점막암 41예, 점막하층암 40예, 고유근침윤암 7예, 장막하층암 6예 및 장막 침윤암 6예이었다. 절제연에 잔존암이 있었던 예는 없었으며 절제된 림프절의 수는 평균 36.7개(11~83개)이었고 림프절 전이는 점막하층암 17예에서 있었다. 또 다른 로봇 수술과 복강경 수술 및 개복 수술과의 비교에서는 로봇 위 절제술의 수술 후 결과가 기존의 수술방법보다 좋은 결과를 보임이 보고되었다(13).

이상에서 결과에서 보면 아직은 초기의 단계이지만 로봇 위 절제술은 술기상 안전하게 시행될 수 있고, 기존의 복강경 수술과 유사한 수술 후 초기에서 장점을 갖고 있고 종양학적으로도 근치성을 확보할 수 있는 술식으로 판단된다. 그러나 향후 기존의 복강경 보조 근치적 위 절제술과의 장단기 수술 성적을 비교하는 무작위 전향적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

전 망

이상의 초기 경험에서 얻은 단기적 결과를 보면 술기상으로 복잡하고 고난이도인 위암의 근치적 위 아전절제술도 로봇 수술 시스템을 이용하여 안전하게 시행할 수 있었으며 비록 적은 예로 비교하였지만 환자의 수술 후 경과도 복강경 수술과 비교하여 큰 차이가 없음을 알 수 있다. 또한 복강경 위 아전절제술의 경험이 있는 술자의 경우, 보다 용이하게 술기 습득을 할 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 로봇 수술의 단점으로 지적되고 있는 고비용 및 기존과 다른 형태의 교육 프로그램의 개발 등이 해결되어야 할 것이고 장기간의 수술 후 결과에 대한 기존 수술과의 비교가 필요하다고 생각된다.

결 론

로봇은 복강경의 장점과 개복술의 장점을 최상으로 끌어 올리기 위한 현재까지의 최첨단의 장비이다. 복강경적 접근을 통해 환자의 고통과 수술 후 후유증의 경감을 도모하고 심미적인 만족감을 주는 동시에, 수술 시 술자에게 기존의 복강경적 도구가 주었던 평면적 모니터에 의한 한계와 5 자유도를 가진 수술 도구를 사용하여 복잡한 수술을 시행함으로써 야기되는 피곤을 3차원모니터 시스템의 도입과 7 자유도를 지닌 로봇 팔을 제공함으로써 경감시켜 주는 효과를 가지고 있다. 그 외에 흔들리지 않고 술자에 의해 조종되며 확대능을 가지고 있는 카메라에 의해 깨끗하고 확대된 영상을 볼 수 있어 정교한 수술을 가능케 한다.

그러나 현재 조기위암의 수술적 치료에 대한 로봇 수술의 효과는 아직 기존의 복강경 수술의 성적에 비해 더 우월한 점이 확립되어 있지 않다. 그에 비해 수술에 드는 비용이 기존 수술에 비해 2, 3배 이상이나 현재 이에 대해 로봇 수술이 그 비용 만큼의 이점이 있는지에 대해서는 발표된 바가 없다. 전립선암과 직장암에서는 고정되어 있는 장기에 대해 좁은 공간에서 정교하게 수술할 수 있는 로봇수술의 장점이 확실히 인정받고 있으나, 위암의 경우 림프절 광청을 정교하게 할 수 있다는 장점이 있다고 알려져 있는 것에 비해 현재 기존 복강경 수술과 수술 성적이 크게 다르지 않아, 이 분야에 대해서는 향후 연구가 더 필요할 것으로 보인다.

또 하나의 단점은 아직 장기적인 수술 성적의 결과의 부재이다. 로봇수술이 위암에 적용되기 시작한지 불과 5년이 지났을 뿐으로 현재 수술 후 장기적인 재발률, 생존율 등은 아직 연구되어야 할 분야이다.

참고문헌

1. The Information Committee of the Korean Gastric Cancer Association. 2004 Nationwide Gastric Cancer Report in Korea. Journal of the Korean Gastric Cancer Association 2007; 7: 47-54.
2. Hyung WJ, Cheong JH, Kim J, Chen J, Choi SH, Noh SH. Application of minimally invasive treatment for early gastric cancer. J Surg Oncol. 2004 15; 85:181-186.
3. Hyung WJ, Lim JS, Song J, Choi SH, Noh SH. Laparoscopic spleen-preserving splenic hilar lymph node dissection during total gastrectomy for gastric cancer. J Am Coll Surg 2008; 207: e6-11.
4. Kitano S, Shiraishi N, Uyama I, Sugihara K, Tanigawa N. A multicenter study on oncologic outcome of laparoscopic gastrectomy for early cancer in Japan. Ann Surg 2007; 245: 68-72.
5. Kim MC, Jung GJ, Kim HH. Learning curve of laparoscopy-assisted distal gastrectomy with systemic lymphadenectomy for early gastric cancer. World J Gastroenterol 2005 21; 11 : 7508-7511.
6. Jin SH, Kim DY, Kim H, Jeong IH, Kim MW, Cho YK, Han SU. Multidimensional learning curve in laparoscopy-assisted gastrectomy for early gastric cancer. Surg Endosc 2007; 21: 28-33.
7. Lee WJ. Robotics and gastrointestinal surgery. Korean J Gastroenterol 2005; 46: 427-432
8. Song J, Oh SJ, Kang WH, Hyung WJ, Choi SH, Noh SH. Robot-assisted gastrectomy with lymph node dissection for gastric cancer: lessons learned from an initial 100 consecutive procedures. Ann Surg 2009; 249: 927-932.
9. Hashizume M, Sugimachi K. Robot-assisted gastric surgery. Surg Clin North Am 2003; 83: 1429-1444.
10. Anderson C, Ellenhorn J, Hellan M, Pigazzi A. Pilot series of robot-assisted laparoscopic subtotal gastrectomy with extended lymphadenectomy for gastric cancer. Surg Endosc 2007; 21: 1662-1666.
11. Patriti A, Ceccarelli G, Bellochi R, Bartoli A, Spaziani A, Di Zitti L, Casciola L. Robot-assisted laparoscopic total and partial gastric resection with D2 lymph node dissection for adenocarcinoma. Surg Endosc 2008; 22: 2753-2760.
12. Song J, Kang WH, Oh SJ, Hyung WJ, Choi SH, Noh SH. Role of robotic gastrectomy using da Vinci system compared with laparoscopic gastrectomy: initial experience of 20 consecutive cases. Surg Endosc 2009; 23: 1204-1211.
13. Kim MC, Heo GU, Jung GJ. Robotic gastrectomy for gastric cancer: surgical techniques and clinical merits. Surg Endosc 2009; 18 [e-pub].



Peer Reviewers' Commentary

조기위암은 치료 성적이 매우 좋아 5년 생존율이 90%를 넘기 때문에 장기적인 삶의 질을 높이기 위한 최소침습수술에 대한 관심이 증가하고 있다. 복강경위절제술이 최선의 최소침습수술로 인정받고 있지만 기구의 한계로 인해 수술의 제약이 있다. 로봇위절제술은 정교한 손놀림과 복강경에 비해 월등히 우월한 시야를 제공하기 때문에 수술자의 입장으로는 가장 완벽한 최소침습수술이라고 할 수 있다. 미국의 경우 로봇 수술은 좁은 곳에서 시행되는 수술 특히 전립선암의 최선의 수술 방법으로 인정받고 있으나 위암 치료법에 대한 시도는 거의 없었다. 본 논문에서는 우리나라에서는 최근 몇 년간 연간 200예 이상 로봇 위절제술이 시행되고 있는데 이 숫자는 세계적으로 내세울만한 성적이며 단기적인 성적으로는 매우 안정된 수술임을 제시하였다. 또한 로봇수술 시스템에 대한 설명과 아울러 위암 수술 방법을 잘 설명하였으며 개복 또는 복강경 수술 보다 우월한 장점들을 예시하였다. 필자들이 지적한 대로 현재까지는 기존 수술에 비해 높은 비용이 발생한 만큼의 이점에 대한 분석이 없으며, 장기적인 재발 및 생존율에 대한 성적이 없기 때문에 향후 전향적인 연구를 통한 결과를 기다려 보아야 할 것이다.

[정리: 편집위원회]

자율학습 2010년 3월호 (고빈도 족부 족관절질환) 정답

- | | |
|------|-------|
| 1. ③ | 6. ③ |
| 2. ① | 7. ② |
| 3. ③ | 8. ② |
| 4. ② | 9. ④ |
| 5. ④ | 10. ② |